

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-039097

(43)Date of publication of application : 10.02.1997

(51)Int.Cl.

B29C 65/06
F16L 47/02
// B29L 23:00

(21)Application number : 07-196625

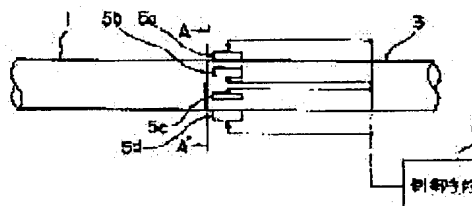
(71)Applicant : JAPAN STEEL & TUBE CONSTR
CO LTD

(22)Date of filing : 01.08.1995

(72)Inventor : NOMURA HIROICHI
CHIYODA HIDEYUKI
HIRABAYASHI KIYOTERU
IKEDA SHINTARO

(54) METHOD AND APPARATUS FOR BONDING THERMOPLASTIC PIPES

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To certainly bond thermoplastic pipes within a short time.**SOLUTION:** Electromagnets 5a-5f are arranged to the peripheral surfaces of the end parts of a pair of thermoplastic pipes 1, 3 of which the bonding surfaces are brought to pressure contact state and arranged in opposed relation to electromagnets 5a-5d so as to be separated from them by a predetermined interval and the polarities of the electromagnets 5a-5d are successively changed to vibrate the end parts of the thermoplastic pipes 1, 3 and the bonding surfaces are rubbed with each other by this vibration and bonded under pressure by friction heat generated at this time.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-39097

(43) 公開日 平成9年(1997)2月10日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 2 9 C 65/06		7639-4F	B 2 9 C 65/06	
F 1 6 L 47/02			F 1 6 L 47/02	
// B 2 9 L 23:00				

審査請求 未請求 請求項の数8 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平7-196625

(22) 出願日 平成7年(1995)8月1日

(71) 出願人 000231132

日本鋼管工事株式会社

神奈川県横浜市鶴見区小野町88番地

(72) 発明者 野村 博一

神奈川県横浜市瀬谷区阿久和田4421-37

(72) 発明者 千代田 顕征

神奈川県横浜市港南区笹下7-8-5

(72) 発明者 平林 清照

東京都品川区西大井3-16-20-203

(72) 発明者 池田 新太郎

神奈川県相模原市鶴野森2-15-9

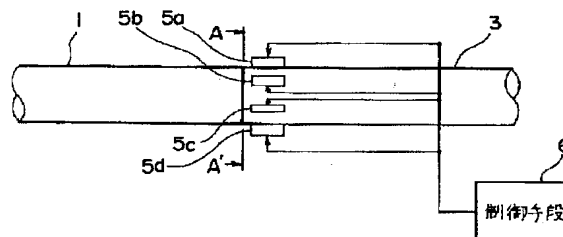
(74) 代理人 弁理士 佐々木 宗治 (外3名)

(54) 【発明の名称】 熱可塑性プラスチック管の接合方法及び接合装置

(57) 【要約】

【課題】 短時間でかつ確実に接合できる熱可塑性プラスチック管の接合方法及び装置を提供する。

【解決手段】 接合端面を加圧接触させた1対の熱可塑性プラスチック管1、3の端部周面に電磁石5a～5fを設置し、電磁石5a～5fと対向する位置に電磁石5a～5fと所定の間隔を離して電磁石7a～7fを設置し、電磁石5a～5f、7a～7fの極性を順次変化させることにより、熱可塑性プラスチック管1、3端部を振動をさせ、この振動により接合端面を摩擦させ、これによって発生する摩擦熱により前記接合端面を圧着接合する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 接合端面を加圧接触させた1対の熱可塑性プラスチック管の一方又は両方の端部周面に電磁石を複数個設置し、さらに該複数個の電磁石と対向する位置に該複数個の電磁石と所定の間隔を離して複数個の電磁石を設置し、これら電磁石の極性を順次変化させることにより、前記熱可塑性プラスチック管端部を振動をさせ、該振動により前記接合端面を摩擦させ、これによって発生する摩擦熱により前記接合端面を圧着接合する熱可塑性プラスチック管の接合方法。

【請求項2】 前記熱可塑性プラスチック管の端部周面に設置された複数個の電磁石は、少なくとも3個を前記熱可塑性プラスチック管の周方向に等間隔で配置し、これら電磁石の極性を順次切り替えることによって前記接合端面を円弧状に振動させることを特徴とする請求項1記載の熱可塑性プラスチック管の接合方法。

【請求項3】 前記熱可塑性プラスチック管の端部周面に設置された電磁石は、2個を前記熱可塑性プラスチック管の中心に対して点对称の位置に配置し、これら電磁石の極性を順次切り替えることによって管端面を互いに直線状に振動させることを特徴とする請求項1記載の熱可塑性プラスチック管の接合方法。

【請求項4】 前記接合端面の振動の周波数を100Hz乃至300Hzの範囲に、前記接合端面の相対変位量を0.5mm乃至3.0mmの範囲に、前記接合端面の接合圧力を0.5N/mm²乃至3.0N/mm²の範囲にそれぞれ設定したことを特徴とする請求項2記載の熱可塑性プラスチック管の接合方法。

【請求項5】 前記接合端面の振動の周波数を100Hz乃至400Hzの範囲に、前記接合端面の相対変位量を0.5mm乃至3.0mmの範囲に、前記接合端面の接合圧力を0.5N/mm²乃至3.0N/mm²の範囲にそれぞれ設定したことを特徴とする請求項3記載の熱可塑性プラスチック管の接合方法。

【請求項6】 前記接合端面の振動時間を10秒乃至60秒に設定したことを特徴とする請求項4または5記載の熱可塑性プラスチック管の接合方法。

【請求項7】 接合後の冷却時間を3秒乃至12秒の範囲で制御することを特徴とする請求項6記載の熱可塑性プラスチック管の接合方法。

【請求項8】 1対の熱可塑性プラスチック管の接合端面を加圧接触させると共に、これら両管の端部を微小移動可能に保持する保持手段と、該保持手段により保持された前記熱可塑性プラスチック管の一方又は両方の端部周面に取り付けられた複数個の第1電磁石と、該第1電磁石に対向する位置に、該第1電磁石と所定の間隔を離して設置された複数個の第2電磁石と、該第2電磁石及び前記第1電磁石への通電を制御する制御手段とを備えたことを特徴とする熱可塑性プラスチック

管の接合装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、熱可塑性プラスチック管の接合方法及びその接合装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】最近、熱可塑性プラスチックであるポリエチレンを使用したいわゆるポリエチレン管がガス管や水道管として多く用いられるようになってきた。これはポリエチレン管は伸び特性が大きく、耐震性配管として優れており、また耐食性の点においても優れているからである。このような状況からこの種の配管の接合をより効率的に行う方法及び装置に対するニーズが非常に高まってきている。

【0003】従来の、ポリエチレン管の接合方法としては、平板状の加熱板（ホットプレート）を用いるバット融着接合、ソケット管を用いるソケット融着接合等がある。バット融着法は管径より大きい面積を持つ高温に加熱された加熱板によって接合するパイプの両端を加熱し、その後加熱板を取り除き両パイプの端を突き合わせて加圧し、圧融着する方法である。ソケット融着接合の代表的な方法には、2種類の方法がある。一つの方法は、ソケット形状に見合った形状を持つ加熱板を用いて、上記バット融着法と同様に融着する方法である。他の接合方法は、EF継手と呼ばれる方法である。この方法はソケットの内部に電気発熱体ワイヤ（ニクロム線）を埋め込んで、電流を通すことにより、ポリエチレン管外面とソケット内面を加熱融着する方法である。

【0004】また、加熱体を利用するのではなく、摩擦熱を利用してプラスチック管等を融着する技術として、次に述べるようなものがある。特公平2-13619号公報に示された技術は回転摩擦を利用して、バリ取り除去工程を要せずに接合継手を得るものである。また、特公昭63-39415号公報においては、プラスチック管部材の前側端部に回転溶接することにより、ソケット端末部分の形状をプラスチック管の直径に限定されないようにするとともに、成形の容易化を図る技術が提案されている。

【0005】さらに、特開昭62-35830号公報においては、キャップ付き支柱の製造方法について提案されており、この方法は合成樹脂成形品よりなるキャップの凹所に支柱本体の端部を差し込み、支柱本体の外皮とキャップとを相対回転させることにより、特別な加熱装置を使わずに支柱本体の外皮とキャップとを必要な箇所のみ熱融着することを可能にしたものである。また、特開昭62-248623号公報においては、異径熱可塑性プラスチックパイプの摩擦熱による接合方法が示されている。またさらに、特開昭2-248236号公報

（特公平5-36225号公報）においても、プラスチ

ック材同士の摩擦熱を利用した接合方法が提案されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述の従来の接合方法には以下のような問題点があった。すなわち、加熱板によるバット融着接合法は、加熱板を繰り返し使用するため加熱板に付着した汚れ（コンタミネーション）がパイプ端面に付着し、接合面は不純物を含んだ状態となり、接合欠陥も生じやすかった。また、この加熱板を用いた接合法は、通電を始めてからパイプが接合されるまでに約700秒程度かかり効率が悪いという問題があった。さらに、加熱板を使ったソケット融着接合法においても、前述のパイプ端面のコンタミネーションに関する問題は依然未解決である。また、ソケット内部に発熱体を埋め込んで融着するEF継手は発熱体を入れたソケットを準備しなければならないこと、通電を始めてからパイプが接合されるまでに約1700秒程度の時間を要することなど、パイプを接合するための方法としては経済的に必ずしも完全なものではなかった。

【0007】一方、プラスチック管を摩擦溶接する技術に関しても以下のような問題点があった。すなわち、特公平2-13619号公報に記載のものはパイプを機械的に回転する構成であり、この場合回転数は最高でも約100回/sec程度が上限となる。そのため、パイプの加熱帯域が広くなり、熱影響部の幅も大きくなるので接合部の性能は必ずしも良好とはいえない。また、特昭63-39415号公報のものはソケット管を使用した接合方法であることと、前側端部は機械的な機構による回転駆動を用いるため、前述の特公平2-13619号公報のものと同一ような問題を包含しているのが実状である。

【0008】また、特開昭62-35830号公報のものはポリエチレン管同士の突き合わせの接合ではなく、全く形状が異なるもの同士の接合であり、これをポリエチレン管同士の突き合わせ接合に適用することは困難である。なぜならば、同公報に記載のものは、凹型の中へ心棒を挿入して接触面積を増やして接合面を広く取ることによって接合強度を確保しているが、上記突き合わせ接合ではこのような接合面を広く取ることができないからである。

【0009】さらに、特開昭62-248623号公報に示された方法は異径パイプのみしか接合できないという問題点がある。これは、従来の技術では摩擦接合の技術では単位面積当たりの強度が小さいために、同一径のポリエチレン管を接合することは接触面積が小さくなり、信頼性の点から不安であったためである。このために同公報に示されたもののように異径管を用いて接合面積を大きくすることによって接合強度を上げているのが実状である。また、特開平2-248236号公報の発明は、機械的な回転を用いた中実棒の摩擦接合の例であ

るが、やはり接合断面の小さい管（中空円筒）の接合には、接合強度を確保するのが難しく、信頼性の点で困難であるという問題点がある。

【0010】本発明はかかる問題点を解決するためになされたものであり、短時間でかつ確実に接合できる熱可塑性プラスチック管の接合方法及び装置を提供することを目的としている。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明に係る熱可塑性プラスチック管の接合方法は、接合端面を加圧接触させた1対の熱可塑性プラスチック管の一方又は両方の端部周面に電磁石を複数個設置し、さらに該複数個の電磁石と対向する位置に該複数個の電磁石と所定の間隔を離して複数個の電磁石を設置し、これら電磁石の極性を順次変化させることにより、前記熱可塑性プラスチック管端面を振動をさせ、該振動により前記接合端面を摩擦させ、これによって発生する摩擦熱により前記接合端面を溶融接合するものである。

【0012】また、熱可塑性プラスチック管の端部周面に設置された複数個の電磁石は、少なくとも3個を前記熱可塑性プラスチック管の周方向に等間隔で配置し、これら電磁石の極性を順次切り替えることによって前記接合端面を円弧状に振動させるものである。

【0013】さらに、熱可塑性プラスチック管の端部周面に設置された電磁石は、2個を前記熱可塑性プラスチック管の中心に対して点对称の位置に配置し、これら電磁石の極性を順次切り替えることによって管端面を互いに直線状に振動させるものである。

【0014】また、本発明に係る熱可塑性プラスチック管の接合装置は、1対の熱可塑性プラスチック管の接合端面を加圧接触させると共に、これら両管の端部を微小移動可能に保持する保持手段と、該保持手段により保持された前記熱可塑性プラスチック管の一方又は両方の端部周面に取り付けられた複数個の第1電磁石と、該第1電磁石に対向する位置に、該第1電磁石と所定の間隔を離して設置された複数個の第2電磁石と、該第2電磁石及び前記第1電磁石への通電を制御する制御手段とを備えたものである。

【0015】

【発明の実施の態様】本発明は管径と管厚が同じサイズのポリエチレン管を初め、他の熱可塑性プラスチック管を突き合わせ接合する際に適用されるもので、従来の摩擦熱を利用した接合法の欠点を克服した技術である。すなわち、本発明は、電磁石によって生じる磁気力を利用して、ポリエチレン管の端部を円形状軌道又は直線軌道を描くように振動させて、摩擦熱を発生させる方法であるため、振動の周波数は機械駆動に比べて高くすることが可能であり、最大300Hz位（直線軌道の場合には400Hz）にすることができる。このため、摩擦係数の小さいポリエチレン管においても、振動の周波数を高

くすることによって、短時間(約30秒)で所定の温度分布に加熱することができるのが特徴であり、従来法に比べて能率の高い接合法であるといえる。以下、ポリエチレン管の端部が円形状の軌道を描く場合と直線軌道を描く場合をそれぞれ実施の態様1、実施の態様2に分けて説明する。

【0016】実施の態様1. 図1は本発明の原理を説明する説明図、図2は図1のA-A断面図、図3はシーケンス図である。以下、本発明の原理を図1～図3に基づいて説明する。図1、図2において、1、3は接合されるポリエチレン管であり、それぞれの端部を突き合わせ配置されている。そして、ポリエチレン管1は図示しない治具に固定されており、一方、ポリエチレン管3は回転方向に移動自在に図示しない保持具によって保持されている。また、この保持具はポリエチレン管1、3に所定の接合圧力をかけ、両者が互いに押し合う状態できるように構成されている。

【0017】5a～5fはポリエチレン管3の端部外周に設置された電磁石であり、ポリエチレン管3の全周に亘って等間隔(60度間隔)に6個配置されている。7a～7fはそれぞれ電磁石5a～5fに対向する位置に所定間隔離して設置された電磁石である。なお、図1においては電磁石7a～7fは図示を省略している。電磁石5a～5f、7a～7fはそれぞれ制御手段6により、磁石のON-OFF及び磁極の切替えが制御できる。

【0018】図3は上記のように構成された装置の動作を説明するシーケンス図である。以下、図3に基づいて本実施例の動作を説明する。ポリエチレン管1、3を図1に示すように配置しておき、両者の両端面には接合圧力を約1N/mm²かけて、摩擦熱を発生し易くしておく。次に、電磁石の極性を図3に示すシーケンス図に沿って変化させることによって、ポリエチレン管3の端面を円弧状に振動させる。

【0019】図3に基づいて、ポリエチレン管3の端面の振動の詳細について説明する。まず、図3(A)に示すように、電磁石5aがN極、電磁石7aがS極、電磁石5d、7dが共にN極になるように各電磁石のコイルへの通電を制御する。このとき、他の電磁石には通電せず磁力が生じない状態にしておく。これによって、電磁石5aと電磁石7aが吸引し、一方電磁石5dと電磁石7dが反発することによって、ポリエチレン管3の端部を図中上方へ動かすことができる。次に、図3(B)に示すように、電磁石5a、7a、5d、7dへの通電を解除して、電磁石5bがN極、電磁石7bがS極、電磁石5e、7eが共にN極になるように各電磁石のコイルへの通電を制御する。このとき、他の電磁石には通電せず磁力が生じない状態にしておく。これによって、図3(A)に示したのと同様に、電磁石5bと電磁石7bが吸引し、一方電磁石5eと電磁石7eが反発することに

よって、ポリエチレン管3の端部を図中右斜上方へ動かすことができる。

【0020】同様に、図3(C)、図3(D)、図3(E)、図3(F)に示す順序で各電磁石の磁極を切り替えることによって、ポリエチレン管3の端部は一定の軌道を描くことになる。したがって、電磁石の磁極の切り替えを図3(A)～図3(F)に示した順序で繰り返すことによってポリエチレン管3の端部を円弧状の軌道に沿って一定の周波数で振動させることができる。

【0021】一方、ポリエチレン管1とポリエチレン管3の端面には接合圧力として、約1N/mm²をかけているので、パイプ端面では摩擦熱を生じ、軟化溶融して圧着することになる。

【0022】なお、両管を接合するための条件としては、①振動の周波数、②両管の相対的な変位量、③両管の接合圧力、④振動時間および⑤冷却時間(接合部を室温にまで冷却するのに要する時間)の設定が必要である。そこで、これらの設定値を示すと共に、その設定の理由を以下に説明する。

【0023】①周波数は100Hz～300Hzの範囲に設定する。まず、100Hz以上としたのは、周波数が100Hz以下(従来の機械駆動による振動の上限領域)になると、前述した機械駆動による方法が抱えている上述の問題点が存在して、接触面積の小さい中空パイプの接合には適さないからである。一方、周波数が300Hz以上になった場合には、正常でなめらかな継手が得られないことが実験的に分かったので、300Hz以下に限定した。

【0024】②両管の相対変位量は0.5mm～3.0mmの範囲とした。相対変位量を0.5mm以上としたのは、これ未満の場合には、摩擦面があまりに小さく、接合に必要な摩擦熱が十分に得られず、良好な継手が得られないからである。一方、相対変位量を3.0mm以下としたのは、これ以上になった場合には、接合面での芯ズレを起こしやすく、寸法精度が良好とならないからである。

【0025】③両管の接合圧力は0.5N/mm²～3.0N/mm²とした。両管の接合圧力を0.5N/mm²以上としたのは、これ未満の場合には、接合面の温度が摩擦熱によって高くなったにもかかわらず、接合圧力不足のために、接合表面が不完全な粗い面となり、良好な継手が得られなかったからである。一方、両管の接合圧力を3.0N/mm²未満としたのは、これを越える場合には全円周にわたって粗い溶接部となり、好ましい条件とはならないからである。

【0026】④振動時間は10秒～60秒とした。振動時間を10秒以上としたのは、これが10秒未満の場合には、パイプ端面は接合に必要とされる温度分布まで上昇せず、良好な継手が得られないからである。一方、振動時間が60秒を越えると、パイプ端面の摩擦面が過熱

しすぎて、軟化溶融域が大きくなりすぎ、良好な接合面が得られないからである。

【0027】⑤冷却時間は3秒～12秒に限定した。冷却時間を3秒以上に設定したのは、これが3秒未満の場合（急速に冷却した場合）には、接合部は硬くなりすぎ、伸び特性が十分でなくなるからである。また、冷却時間を12秒以下に設定したのは、これを越えると接合部が軟らかくなり硬度が十分でなくなるからである。

【0028】なお、上記の実施の態様ではポリエチレン管3に電磁石を6個設置した例を示したが、本発明においてはこの電磁石の数は特に限定するものではなく、例えば電磁石8個を45度間隔で設置するようなものでもよい。

【0029】また、上記実施の態様においては、電磁石を片方のポリエチレン管3にのみ設置した例を示したが、本発明はこれに限られるものではなく、両方のポリエチレン管に設置してもよい。

【0030】実施の態様2。次に本発明の他の実施の態様について述べる。この実施の態様では接合される2本のポリエチレン管の両端部に電磁石を取り付け、これら電磁石の磁極の切り替えによって、ポリエチレン管両端部を直線状に相対移動させ、これによって生ずる摩擦熱によって両者を融着させるという方法である。図4は本実施の態様の原理を説明する説明図である。以下、本実施態様の原理を図4に基づいて説明する。

【0031】図4において、10、13は接合されるポリエチレン管であり、それぞれの端部を突き合わせて配置されている。そして、ポリエチレン管10、13は共に図示しない治具に、図中上下方向移動可能に保持されている。また、ポリエチレン管10、13はそれぞれを保持する治具により、互いに接合圧力をかけることができるように構成されている。

【0032】15a、15b及び15c、15dはそれぞれポリエチレン管10及びポリエチレン管15の端部外周部に直径方向に対向させて設置された電磁石である。また、17a、17b及び17c、17dはそれぞれ電磁石15a、15b及び15c、15dに対向する位置に所定間隔離して設置された電磁石である。電磁石15a～15d、17a～17dはそれぞれ図示しない制御手段により、磁石のON-OFF、磁極の切替えが制御できる。

【0033】次に、図4に基づいて、ポリエチレン管10、13の端面の振動の詳細について説明する。まず、ポリエチレン管10について説明すると、電磁石15aをS極とし、電磁石15b、17a、17bをN極になるように各電磁石のコイルに通電制御する。これによって、電磁石15aと電磁石17aが吸引し、一方電磁石15bと電磁石17bが反発することによって、ポリエチレン管10の端部を図中上方へ動かすことができる。次に、ポリエチレン管13について説明すると、電磁石

15dをN極とし、電磁石15c、17c、17dをN極になるように各電磁石のコイルに通電制御する。これによって、電磁石15dと電磁石17dが吸引し、一方電磁石15cと電磁石17cが反発することによって、ポリエチレン管13の端部を図中下方へ動かすことができる。

【0034】上記のように電磁石の極性を制御することによって、ポリエチレン管10の端部を上方へ動かす、ポリエチレン管13の端部を下方へ動かすことができ、両者を相対運動させることができる。そして、電磁石15a～15d、17a～17dの極性を同時に反転させることによって、ポリエチレン管10、13の動きを逆転させることができる。そして、これを繰り返す事によってポリエチレン管10、13を相対的に振動させるのである。

【0035】一方、ポリエチレン管10とポリエチレン管13の端面には、実施例1と同様に接合圧力として、約1N/mm²をかけているので、パイプ端面では摩擦熱を生じ、軟化溶融して圧着することになる。

【0036】なお、両管を接合するための条件としては、①振動の周波数、②両管の相対的な変位量、③両管の接合圧力、④振動時間および⑤冷却時間（接合部を室温にまで冷却するのに要する時間）の設定が必要である。そこで、これらの設定値を示すと共に、とその設定の理由を以下に説明する。

【0037】①周波数は100Hz～400Hzの範囲に設定する。まず、100Hz以上としたのは、周波数が100Hz以下になると、従来の機械駆動による振動の上限領域になるが、この場合には前述した機械駆動による方法が抱えている上述の問題点が存在して、接合面積の小さい中空パイプの接合には適さないからである。一方、周波数が400Hz以上になった場合には、正常でなめらかな継手が得られないことが実験的に分かったので、400Hz以下に限定した。

【0038】②両管の相対変位量は0.5mm～3.0mmの範囲とした。相対変位量を0.5mm以上としたのは、これ未満とした場合には、摩擦面があまりに小さく、接合に必要な摩擦熱が十分に得られず、良好な継手が得られないからである。一方、相対変位量を3.0mm以下としたのは、これ以上になった場合には、接合面での芯ズレを起こしやすく、寸法精度が良好とならないからである。

【0039】③両管の接合圧力は0.5N/mm²～3.0N/mm²とした。両管の接合圧力を0.5N/mm²以上としたのは、これ未満の場合には、接合面の温度が摩擦熱によって高くなったにもかかわらず、接合圧力不足のために、接合表面が不完全な粗い面となり、良好な継手が得られなかったからである。一方、両管の接合圧力を3.0N/mm²未満としたのは、これを越える場合には全円周にわたって粗い溶接部となり、好ま

しい条件とはならないからである。

【0040】④振動時間は10秒～60秒とした。振動時間を10秒以上としたのは、これが10秒未満の場合には、パイプ端面は接合に必要とされる温度分布まで上昇せず、良好な継手が得られないからである。一方、振動時間が60秒を越えると、パイプ端部の摩擦面が過熱しすぎて、軟化溶融域が大きくなりすぎ、良好な接合面が得られないからである。

【0041】⑤冷却時間は3秒～12秒に限定した。冷却時間を3秒以上に設定したのは、これが3秒未満の場合（急速に冷却した場合）には、接合部は硬くなりす

ぎ、伸び特性が十分でなくなるからである。また、冷却時間を12秒以下に設定したのは、これを越えると接合部が軟らかくなり硬度が十分でなくなるからである。

【0042】

【実施例】次に、本発明の具体的な実施例について述べる。まず、実施の態様1の実施例について説明する。本実施例に用いたのは、外径165mm、管厚13.5mmの形状をもつポリエチレン管である。上述した接合条件、引張試験結果及び接合外観結果を表1に示す。

【0043】

【表1】

接 合 条 件 と 接 合 結 果

No.	接合圧力 N/mm ²	変位量 mm	振動時間 sec	冷却時間 sec	周波数 Hz	引 張 試 験 結 果		接 合 外 観 結 果
						Max. load kN	破断モード	
1	1.0	0.50	15.0	8	200	---	テストできず	変位量と冷却時間が不足のため接合できず
2	1.0	2.08	20.2	10	200	8.88	延性	良 好
3	1.2	1.81	22.2	10	200	8.21	延性	良 好
4	1.0	2.02	61.0	10	230	5.95	延性	振動時間が長すぎるため不完全ビード
5	0.5	2.08	32.8	10	210	5.88	延性	接合圧力不足のため全周にわたって粗いビードの状態
6	0.5	0.99	10.0	10	210	---	テストできず	接合圧力と振動時間不足のため、パイプ内外面にわたって接合ビードが粗い
7	1.2	1.72	17.8	10	300	5.74	延性	周波数が大きいため、全周にわたってビードが粗い
8	1.2	3.01	18.2	10	210	---	テストできず	変位量が大きいため、パイプ内側は粗い不完全ビードとなる

【0044】接合条件No. 1は変位量が0.5mmと小さく、また冷却時間も短すぎるので、溶接ビードが形成されず、不適正な接合条件の例である。No. 2、3は諸条件が上述した設定範囲内のものであり、引張強度は良好でその破断面は延性を示していた。また、ビード外観もなめらかで、良好な結果が得られている。No. 4は振動時間が長すぎるために、良好なビードが得られなかった例である。No. 5は接合圧力が0.5N/mm²と小さく、完全なビードが得られなかった例である。No. 6は接合圧力が0.5N/mm²と小さく、かつ振動時間も10秒と短いため溶接ビードが形成されず、引張試験も採用できなかった例である。No. 7は周波数が300Hzと高すぎるために、良好なビードが得られなかつ

た例である。No. 8は変位量が3.01mmと大きいため溶接ビードは不完全となり、引張試験もできない状態となった例である。以上のように、本実施例から上述した接合条件の範囲内にあれば、良好な接合ができたことが実証されたことになる。

【0045】次に実施の態様2に関する具体的な実施例について説明する。本実施例に用いたのは、外径165mm、管厚13.5mmの形状をもつポリエチレン管である。上述した接合条件、引張試験結果及び接合外観結果を表2に示す。

【0046】

【表2】

接合条件と接合結果

No.	接合圧力 N/mm ²	変位量 mm	振動時間 sec	冷却時間 sec	周波数 Hz	引張試験結果		接合外観結果
						Max. load kN	破断モード	
1	1.0	0.5	14.0	8	208	—	テストできず	変位量と冷却時間が不足の 為接合できず
2	1.0	2.07	22.8	10	208	6.44	延性	良好
3	1.0	1.68	20.0	10	208	6.00	“	“
4	1.0	2.04	80.9	10	220	5.88	“	振動時間が長すぎるため 不完全ビード
5	0.5	2.16	33.3	10	208	5.79	“	全周にわたってビードが粗い 状態
6	0.5	0.99	10.0	10	208	—	テストできず	パイプ内外面にわたって不完 全ビードとなる
7	1.2	1.58	15.7	10	400	5.63	延性	全周にわたって接合ビードが 粗い
8	1.2	3.00	16.9	10	208	—	テストできず	パイプ内側は粗い不完全ビード となる

【0047】接合条件No. 1は変位量が0.5mmと小さく、また冷却時間も短すぎるので、溶接ビードが形成されず、不適正な接合条件の例である。No. 2、3は諸条件が上述した設定範囲内のものであり、引張強度は良好でその破断面は延性を示していた。また、ビード外観もなめらかで、良好な結果が得られている。No. 4は振動時間が長すぎるために、良好なビードが得られなかった例である。No. 5は接合圧力が0.5N/mm²と小さく、完全なビードが得られなかった例である。No. 6は接合圧力が0.5N/mm²と小さく、かつ振動時間も10秒と短いために溶接ビードが形成されず、引張試験を行うこともできなかった例である。No. 7は周波数が400Hzと周波数が高すぎるために、良好なビードが得られなかった例である。No. 8は変位量が3.0mmと大きいために溶接ビードは不完全となり、引張試験もできない状態となった例である。

【0048】以上のように、本実施例から上述した接合条件の範囲内にあれば、良好な接合ができたことが実証されたことになる。また、上記表1、2から明らかなように、本実施例によれば、接合に要する時間は約30秒（振動時間約20秒、冷却時間10秒）であり、従来のホットプレート法による突き合わせ継手の製作（約700秒）やEF継手による場合（約1500秒）に比較すると極めて速く大変率が高い。このことは現地における管の接合に最も適している方法であるといえる。

【0049】

【発明の効果】以上のように本発明の方法においては、接合端面を加圧接触させた熱可塑性プラスチック管の端部周面及びこの近傍に電磁石を複数個設置し、この電磁石の極性を順次変化させることにより、熱可塑性プラスチック管端面を振動をさせ、これによって発生する摩擦熱により接合端面を溶融接合するようにしたので、極めて

短時間で確実に管接合ができる。また、本発明の方法によれば、従来法であるホットプレート法によるコンタミネーションによる欠陥が発生することがなく、信頼性の高い接合が可能となる。さらに、EF継手のように発熱体を埋め込んだソケットを用意する必要もなく、経済性の点からも優れた接合方法であると言える。

【0050】また、本発明の装置においては、保持手段によって熱可塑性プラスチック管の接合端面を加圧接触させて保持し、前記熱可塑性プラスチック管の端部周面及びこの近傍に取り付けられた第1、2電磁石への通電を制御して熱可塑性プラスチック管端部を振動させるようにしたので、これによって発生する摩擦熱によって熱可塑性プラスチック管は極めて短時間で確実に接合ができることになる。また、本発明の装置によれば上記本発明の方法と同様に、従来法であるホットプレート法によるコンタミネーションによる欠陥が発生することがなく、信頼性の高い接合が可能となる。さらに、EF継手のように発熱体を埋め込んだソケットを用意する必要もなく、経済性の点からも優れた接合装置であると言える。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例1を説明する説明図である。

【図2】図1のA-A断面図である。

【図3】実施例1の電磁石の磁極の切り替えを示すシーケンス図である。

【図4】本発明の実施例2を説明する説明図である。

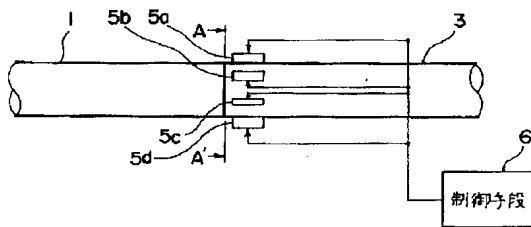
【符号の説明】

1, 3, 10, 13 熱可塑性プラスチック管
5a, 5b, 5c, 5d, 5e, 5f 電磁石
6 制御手段

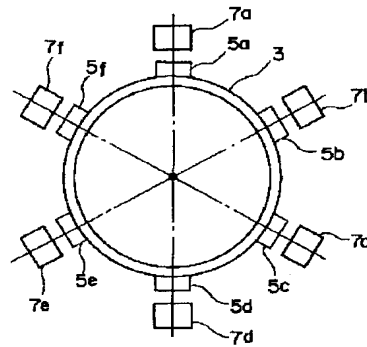
7a, 7b, 7c, 7d, 7e, 7f 電磁石
15a, 15b, 15c, 15d 電磁石

17a, 17b, 17c, 17d 電磁石

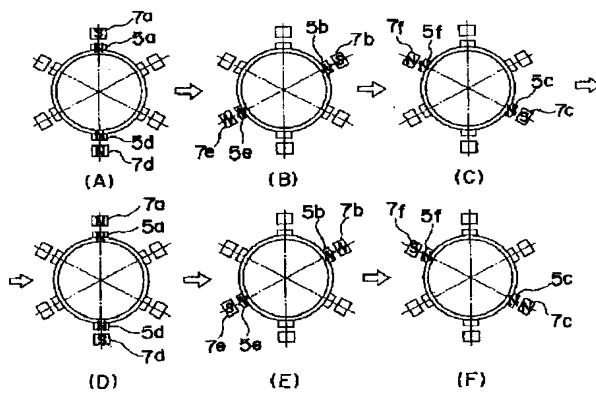
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

